

ОТНОСНО ВЪЗМОЖНОСТТА ЗА ТРЕТА РЕВОЛЮЦИЯ В АСТРОНОМИЯТА

Ю. Александров, Я. Тарароев

Изминалото XX столетие с пълно право може да бъде наречено век на революциите. От целият ред такива, засегнали най-различни аспекти на човешкото битие, по своята значимост могат да се отделят социалните процеси, довели до възникване на общества, основаващи се на нови принципи, както и “взривните” процеси на развитие на научното знание, неговото качествено задълбочаване и разширение. При това сам XX век в буквалния смисъл започва с революционно преобразуване на нашите представи както за физичния свят, така и за методологичните основи на неговото изследване. Последната година на XIX век влиза в историята на науката като годината в която М. Планк предлага квантовата хипотеза, а Д. Хилберт формулира знаменитата програма за развитие и обосноваване на математиката. Разбира се, в продължение на XX столетие научни революции са ставали не веднаж и в други дисциплини, но преди всичко са природонаучните [1]. От цялата тази съвкупност най-голям светогледен потенциал (с изключение, може би, на физиката) притежава астрономията и от тази гледна точка представлява интерес не само да се изследва революцията в астрономията като цяло [2] на основата на съществуващия материал да се обсъди възможността за поредната революция в астрономията през новото XXI столетие. На това е посветена и настоящата работа.

Като отправна точка ще вземем статията на известния съветски астрофизик Й. С. Шкловски, написана преди почти три десетилетия и посветена на своеобразни изводи от развитието на астрономията през последният четвъртина на XX век [3]. Тръгвайки от предложените от Шкловски критерии за научна революция, ще се постареем да отговорим на въпроса: следва ли да се очаква в астрономията нова революция през XXI век? Стъпвайки на предложените от Шкловски критерии за научна революция ще се постареем да отговорим на въпроса: трябва ли да очакваме в астрономията нова революция през XXI-я век?

Анализът на труда на Шкловски води до извода, че като критерии за революционни изменения в астрономията той разглежда следните условия:

1. Методология и методи на изследване.



Йосиф С. Шкловски

2. Нови обекти на изследване.

3. На тяхна основа формиране на определена нова астрономична парадигма.

Да разгледаме тези фактори по-подробно. В развитието на астрономията от XVI до XX вв. е прието да се отделят (както и прави Шкловски) две революции: в началото на новото време и през XX в. Приложени за тях, критериите за „революционност“ изглеждат по следния начин.

1. Методологията и методите на изследване в астрономията в епохата на Новото време са били съществено изменени. Преди всичко това се отнася за инструменталната база. Най-голямото постижение за цялата история на астрономията в тази насока беше използваният през 1610 г. от Галилей телескоп за изследване на нощното небе. С това започва телескопната астрономия. В рамките на първата научна революция използването на телескопа не само по съществен начин изменя традицията на дотогавашните астрономични изследвания (астрономични и кинематични задачи), но поставя основите на цял ред принципно нови направления и проблеми. Като такива примери могат да се посочат разделянето на астрономията на планетарна и звездна, а по-късно и на извънгактична, възникналият през XIX в. спектрален анализ и неговото използване в астрономията, определянето на разстоянията във Вселената, свързано с паралакса на звездите, и много други.

2. Възникването на новите направления са тясно свързани с появяването в астрономията на нови обекти за изследване. Като най-значими примери могат да се посочат следните. Галактиките, като единни цялостни системи; планетите не като „блуждаещи звезди“, движещи се по небето съгласно някакви закони, а като принципно нови физични обекти, не излъчващи, а отразяващи светлината; кометите и астероидите като обекти със своя собствена физична природа; газо- и праховидните мъглявини и облаци и някои други. В този смисъл астрономичната научна картина на света беше разширена съществено и качествено обогатена, което безусловно представлява един от най-важните резултати на тази революция в астрономията.

3. Тези два факта позволиха да се оформи определена астрономична парадигма, която условно може да се нарече „субстанционална и неизменна във времето картина на Вселената“. Според тази парадигма, астрономията дава определен „времеви срез“ на Вселената, но този срез е инвариантен както относно времевата скала, така и относно всяка пространствена оправна система. Това положение се изразява още и в абсолютния космологичен принцип, според който Вселената е еднородна не само в пространството, но и във времето. Задължителен атрибут на такава картина на света е представата за избрана система на отчет – абсолютното пространство и абсолютното време. Всякаква динамика (както и изменението въобще) има не „глобален“, а „локален“ характер. Концепцията за абсолютно пространство и време се нарича още субстанционална. Терминът „субстанция“ е въведен още от Аристотел и означава автономно, независимо от нещо друго съществуване, съществуване „само по себе си“. В астрономичната парадигма съществуват независимо (в дадения случай от материята) не само пространството и времето. Самите астрономични обекти в тази концепция се

разглеждат като автономни, не нуждаещи се, освен от пространство и време, от нищо друго за своето съществуване. Впрочем, подобна концепция е характерна не само за астрономията, но и за цялата наука през този период.

Като още един относително самостоятелен, но свързан с парадигмата, критерий за революционните изменения в астрономията може да се отдели и критерият за „дисциплинарност“.

4. Според този критерий на определена парадигма, която е била формирана в резултат на революционни изменения, съответства някаква „класическа“ дисциплина [4]. Терминът „класическа“ тук има същия смисъл, както и в израза, например, „Класическа немска философия“, т. е. образцова, свършена, завършена. Такава дисциплина за дадената парадигма става небесната механика, която напълно може да се счита за образец на логическо изложение, системност и завършеност в своите основи. Като такава тя е могла да играе самостоятелна роля само благодарение на развитието на теоретичната механика, и в този смисъл в критерия за дисциплинарност е необходимо да се включат още ред съседни дисциплини, определящи развитието на „класическата“ дисциплина. По такъв начин, измененията, протекли в астрономията през XVI – XVII вв. можем да наречем революционни.

Сега да преминем към разглеждане на факторите на втората революция в астрономията в средата на XX в.

1. Методологията и методите на изследване в астрономията бяха съществено разширени и допълнени. Основният пробив в методите на изследване беше прехода към изследване на всички вълнови дължини, съответстващ на тези възможности на приемниците на излъчване. От средата на XX в. астрономите изследват Вселената не само в оптичния, но и във всички останали диапазони на електромагнитния спектър: гама, рентгенови, инфрачервени, радио. Това беше обусловено, от една страна, от пробива в теоретичната физика и астрофизика, а от друга – от развитието на приложната физика и свързаните с нея построяване на телескопи и създаване на прибори – приемници за всички тези видове излъчвания.

Началото на космическата ера за пръв път в историята на човечеството позволи използването в астрономията не само на наблюдението, но и експеримента. Това се отнася преди всичко за планетарната астрономия, особено след като астрономичните космически апарати успяха да се спуснат на повърхността на планетите или да провеждат изследвания от около планетни орбити. Обаче с това методологичната новост на втората революция в астрономията не се изчерпва. Освен изследването на целия спектър на електромагнитното лъчение, се появиха и нови носители на информация. Така например, като относително самостоятелен раздел на астрономията може да се разглежда неутринната астрономия. Не по-малки и значими изменения настъпиха и в традиционната оптична астрономия. Приблизително от второто десетилетие на XX в., когато започна усъвършенстването на технологиите за построяване на телескопи, довели до създаването на телескопи с диаметър на огледалото от и над 2,5 м, съществено развитие получи и още едно направление в оптичната астрономия – извън галак-

тическата астрономия. И, разбира се, картината не би била пълна, ако не се спомене и същественият принос в новите методични възможности, развитието на техниката на обработка на информация.

2. Резултат на измененията в астрономията, както и при първата революция, са откриването на нови обекти за изследвания. Най-съществените от тях са свързани с обекти в космоса в диапазона на радиовълните: обвивките на взривени звезди, пулсари, центъра на Галактиката, активни ядра на галактики, квазари, реликтовото (микровълново) излъчване [5]. Някои от тях, като например, микровълновото (реликтовото) излъчване „се вижда” само в радиодиапазона, другите се наблюдават в целия електромагнитен спектър. Освен тези обекти, всевълновите изследвания откриха и нови обекти, проявяващи се само в някакъв един – единствен диапазон на електромагнитния спектър, като например, излъчващи гама-лъчи или рентгенови лъчи. Освен това, бяха открити и принципно нови източници на излъчване с нетоплинен произход.

Излизането в оптичния диапазон извън пределите на Галактиката откри пред астрономите нов свят от галактики, изучаването на тяхната морфология, а след това и на параметрите на тяхната еволюция. Най-важното постижение на наблюдателната астрономия бе получаването на наблюдателен материал, позволяващ построяването в първо приближение на цялостната картина на раждане и еволюция на звездите, започвайки от газо-прашинковите комплекси, в които те се формират, както и картината на еволюцията на различни класове звезди, представени на диаграмата на Херцшпрунг-Ръсел. Стана възможно да се наблюдават (пряко или косвено) звездни „остатъци”: „бели джуджета”, неутронни звезди, черни дупки. Сами по себе си, те също представляват в някои случаи нови за астрономите обекти [6]. Тяхната съвкупност, осмислена от теоретичната астрофизика, позволи да се построят основите на цялостна и непротиворечива теория за еволюция на звездите.

3. Развитието на астрофизиката и космологията в хода на втората еволюция в астрономията позволява да се формулира нова астрономична парадигма, която с пълно право може да се нарече „еволюционна”. Астрономията формулира теория за еволюцията на най-разпространените обекти в съвременната Вселена – звездите – и с пълно право може вече да се нарича дисциплина, която не само изследва и класифицира морфологичните типове на своите обекти, но и изучава тяхното образуване и еволюция. Тази дисциплина (като резултат на втората еволюция в астрономията) би могла да се нарече и нестационарна релятивистична космология, която формулира теория за еволюция на Вселената като цяло. За тази теория наблюдателната космология представя емпиричните доказателства като „разбъгването” на отдалечените извън галактически обекти (закона на Хъбъл), откриването на реликтовото излъчване, изотропията на наблюдаваната част на Вселената и обяснението на относителното съдържание на химическите елементи във Вселената. Впрочем, представите за еволюцията в астрономията, възникнали в резултат на втората революция, се отнасят не само за звездите и Вселената, но в една или друга степен се отнасят до всички обекти на астрономичните изследвания: планети, малки тела, мъглявини, галактики и т.н.

Ако пак ще говорим за Вселената, то предпоставките за еволюционните представи за нея се появяват за пръв път през 1916 г. благодарение на преразглеждането на субстанционалната концепция за пространството и времето, осъществено от А. Айнщайн, и на прехода към релятивистката концепция [7] за пространство и време. Според тази концепция локалните свойства на единното четиримерно пространство-време, свързани с някой локални отправни системи (глобална, универсална система на отчет, отъждествявана в класическата механика с абсолютното пространство и време, в тази система няма), се определят от разпределението и движението в нея на различни физически форми на материята. С други думи, разпределението и движението на материята определя геометрията на пространство – времето. Подобна роля на връзките е много важна от гледна точка на формирането на новата научна парадигма въобще и в астрономията в частност. Представата за значимостта на връзките се потвърди не само в теорията на пространство-времето (първите емпирични потвърждения бяха получени при астрономичните наблюдения през 1919 г.), но и като цяло в астрономичната картина на света, в която протичаше превключване на вниманието непосредствено от обектите „сами по себе си” на системите и връзките, които те образуват, на развитието на системния подход и системните методи. Всичко това позволи да се нарече астрономичната парадигма, формулирана в резултат на втората революция „еволюционно-реляционна”, или просто „реляционна”, понеже самата еволюция предполага наличие на времеви връзки.

Подобно положение на нещата може да се разглежда като изчерпване на субстанционалната онтологическа парадигма на Аристотел и преход към нова постаристотеловска парадигма, в основата на която лежи схващането, че абсолютно независими неща и явления не съществуват и връзките могат да притежават онтологическа зависимост. Обаче термина „изчерпва” не означава пълен отказ от онтологическите възгледи на Аристотел. Там, където това е уместно и ефективно и от практическа, и от познавателна гледна точка, представата за субстанционалните единични неща може и трябва да бъде положена в основата на нашето практическо взаимодействие с обкръжаващият ни свят. Но там, където става дума за задълбочаване на нашите знания за фундаменталните свойства на света, описване на неговата съществени характеристики, понятието за взаимна връзка на неговите съставляващи има също принципно значение. Така, получената в резултат на втората революция в астрономията научна картина на света съвместява две парадигми, и в този смисъл тя може да се разглежда като преходна. В концептуалните възгледи за пространството и времето на преден план излизаха представите за връзки, а самото пространство-време се разглеждаше като определен тип отношения. Освен това, представата за системността на материалните обекти, отношенията между които и определяха свойствата на пространство-времето, заемаха все по-значимо място в изследванията. Обаче, самите крайни, гранични елементи на материята, по същество, все още са напълно представими в духа на субстанциите на Аристотел като отделни, независими от какво и да е елементи. Както пише Шкловски: „Ние твърдим, че достигнатото понастоящем от физиката ниво на познание за

структурата на материята е напълно достатъчно за обяснение на, ако не на всички, то почти на всички явления във Вселената (освен сингулярността). Тези явления протичат или на ниво на взаимодействие на атоми, молекули и кванти на излъчването, (мъглявини, галактики), или на ниво на ядрени взаимодействия (звездните ядра, взривяващи се звезди, процеси в активните ядра на галактиките)... Очакваната област на незнание във физиката се намира в субядрената област; там започва царството на кварките, глюоните, чармоните и пр. Без съмнение, изследванията в тази област ще доведат до качествено нов етап в познанието на материята. Но те (с изключение все пак на проблема за сингулярността на Вселената и някои аспекти на проблема с взривяването на звездите и активността на галактичните ядра) не могат да изменят коренно лицето на астрономията” [8]

Този цитат нагледно илюстрира, че основната физическа концепция за описване на света и съответно, описване на света, изследван от астрономията, е концепцията за частиците, според които „първична даденост” представлява морфологичният „набор” от елементарни частици на веществото и полетата, от които се „конструира” цялата физическа реалност. Всеки тип елементарни частици представлява своеобразна субстанция в смисъл, че нейното съществуване не зависи от другите типове частици, и техните характеристики са някакви „независими параметри”. Тази концепция, както се вижда от цитата, лежи в основата на астрономичната картина за света, формирана в резултат на втората научна революция в астрономията.

4. Разглеждайки критерия за дисциплинариност, от гледна точка на втората революция в космологията може да се направи изводът, че за статуса на „класическа” дисциплина с пълно право могат да претендират две: астрофизиката и обобщаващата нейните резултати космология. Именно в тези две дисциплини бяха получени най-значимите резултати в хода на втората революция в астрономията. Признанието на постиженията в тези две астрономични направления може да се оцени и формално, разглеждайки присъдените Нобелови награди в „областта на физиката: 1936 – В. Ф. Хес (Австрия) – „За откриването на космичните лъчи”; 1970 – Х. О. Алфен (Швеция) – „За фундаменталните му приноси и открития в магнитохидродинамиката”, и Х. А. Бете (САЩ) – „За открития, свързани с проблема за енергоотделянето в звездите”; 1974 – М. Райл (Англия) – „За пионерските изследвания в радиоастрофизиката”, А. Хиюш (Англия) – „За определящата му роля при откриване на пулсарите”; 1978 – А. А. Пензиас и К. В. Уилсън (САЩ) – „За откриването на микровълновото фонов излъчване”; 1983 – С. Чандрасекар (САЩ) – „За физическите изследвания на структурата и еволюцията на звездите” и В. А. Фаулер – „За теоретичните и експериментални изследвания на ядрените реакции, отговарящи за формирането на химическите елементи във Вселената”; 1993 – Р. А. Халс и Дж. Тейлър (САЩ) – „За откриване на нов тип пулсари, дало възможност за изследване на гравитацията”; 2002 – Р. Дейвис (САЩ) и М. Кошиба (Япония) – „За забележителните разработки за откриване на космическото неутрино” и Р. Джиакони (САЩ) – „За работите му, довели до откриването на космическите източници на рентгеново лъчение”; 2006 – Джордж Ф. Смут

и Джон С. Мадър (САЩ) – „За откриването на чернотелния спектър и анизотропията на микровълновото фонов излъчване”.

През този период, съответно, най-развиващите съседни с астрономията дисциплини представляват, на първо място атомната физика, физиката на ядрото и елементарните частици, както и радиофизиката.

Така, ако се излага накратко и систематично, са били критериите и резултатите от първите две революции в астрономията. Тръгвайки от тях, може да се опита да моделираме, макар и в общи черти, основните признаци и самата възможност за трета революция в астрономията. От една страна тя трябва да запълни „вакантното гнездо”, оставено от предишните две революции, а от друга, безусловно, качествено да разшири нашите представи за Вселената и нейните отделни съставляващи. На тази основа можем да формулираме критериите за третата научна революция в астрономията.

1. *Методи и методология.* Методите и методологията, като вече беше казано, са тясно „преплетени” с откриването на нови обекти за изследване, въпреки че като особеност на третата революция, вероятно, следва да се очаква, че новите обекти в по-голямата си част ще бъдат открити с помощта на същественото усъвършенстване на традиционните съвременни астрономични методи за изследване. Това се отнася преди всичко за наблюдения в оптичния и радиодиапазон. Перспективите за развитие на тези технологии за наблюдение са свързани с няколко направления. На първо място – увеличаване на размерите на самите прибори. В оптичния диапазон, например, още сега действат телескопи с диаметър на огледалото от 10 м, обаче съществуват проекти, в които диаметърът на огледалото достига до 100 м. Разбира се, това няма да бъде монолитно огледало, а съставено от множество елементи огледала. Негативен фактор при експлоатацията на такива телескопи на повърхността на Земята е влиянието на атмосферата. Обаче, техниката на обработка на информацията е усъвършенствана дотолкова, че още сега с помощта на такава техника (адаптивна оптика) влиянието на този негативен ефект може значително да се намали [9]

Следващото направление е изнасянето на приборите в космичното пространство. За късовълновия и инфрачервен диапазон на спектъра на електромагнитното излъчване това дава възможност въобще да се провеждат наблюдения, а в оптичния – значително да се повиши ефективността. В радиоастрономията се появява възможност да се построи система от радиотелескопи, работещи като интерферометър със свръх дълга база, по-голяма от диаметъра на Земята. При това тази база би могла да има разстояния вече от астрономични мащаби, например от Земята до Луната, или даже до Марс, което съществено ще повиши разделителната способност на наблюдението.

Освен това, по-нататъшното развитие на методите и методологията на астрономичните изследвания в хода на възможната трета революция в астрономията може да бъде свързано с по-нататъшното разширение на природата на изучаваното излъчване. Както беше казано, по време на втората революция в астрономията беше „усвоен” целия спектър на електромагнитното поле. Обаче, освен него, поне засега, са известни още три вида полета – гравитационно, силно и слабо. Двете последни са близкодейст-

ващи (на мащаби от порядъка на 10^{-10} см), докато гравитацията е далекодействащо взаимодействие, проявяващо се на астрономични и космични мащаби. Практическото изследване на гравитационното взаимодействие във вида на емпирично наблюдение на гравитационни вълни представлява комплексен проблем на границата на астрономията и физиката, обаче при усъвършенстване на технологията на фиксация на гравитационните вълни в перспектива то може да стане съставна част от астрономията, както например, относително неотдавна стана радиоастрономията. Усилия да се установят гравитационни вълни се предприемат вече не едно десетилетие, но засега без успех. Може да се предположи, че тяхното наблюдение по съществен начин ще разшири нашите астрономични представи.

Още едно направление в развитието на астрономията може за възникне във връзка с най-новите открития като “тъмната енергия” или развитието на съвременната физика, преди всичко с теорията на струните. И двете се изследват според възможностите на традиционните методи, наложили се след втората революция в астрономията, обаче може да се случи така, че по-нататъшното развитие на тези направления да доведе до появяването на нови методи, за които днес не можем и да се досетим. Обаче, че това вече е станало предмет на изследвания, можем да го твърдим с пълно право.

Перспективите за развитието на новите методи в астрономията, поне в настоящият момент, при съществуващите в голяма част на високоразвитите страни социално-икономически отношения имат още едно “измерение” – общественото. Подобни изследвания изискват големи финансови разходи, които в значителна степен превишават финансовите разходи, направени по времето на втората революция в астрономията. Проблемът се свежда до това: готово ли е обществото и преди всичко неговият политически и икономически елит да отдели средства за такива изследвания, или пък обществото и елита ще предпочетат да харчат средства за военни нужди, предмети на разкоша за висшите кръгове или безсмислени зрелища за масите.

По такъв начин, днес развитието на посочените методи и методологии зависи от решаването на тези въпроси, не по малко от чисто научните аспекти.

2. *Нови обекти на изследвания.* Разглеждайки въпроса за новите обекти на изследвания, трябва да се каже нещо за т. нар. “тъмна енергия”. Терминът “тъмна енергия” е дословен превод на английския dark energy, където той за пръв път се появява. “Тъмен”, защото даденото явление не се наблюдава не само в оптичния, но и в никакъв друг диапазон на електромагнитния спектър и за него може да се съди само по ускореното отдалечаване от нас на далечните космологични обекти; “енергия” подчертава, че това не е енергия на веществото, а енергия на някаква друга форма на материята (В английския език този израз до някаква степен е принудителен, понеже в него понятията “материя” и “вещество” се изразяват с една и съща дума substance). Тъмната енергия беше открита с традиционната за астрономията методи при оптично наблюдение на отдалечаването на свръхнова от типа Ia (1998) и при радионаблюдение на анизотропията на микровълновото (реликтовото) радиоизлъчване. Обаче и до днес, 10 години след нейното откриване, природата и остава неизвестна. Първоначално се предполагаше,

че е възможно тя да бъде отъждествена с физическия вакуум, впоследствие обаче се изясни, че тъмната енергия може да представлява многокомпонентен физически феномен, в който освен известните форми на материята (физически вакуум, квинтесценция), може да влиза и неизвестна за сега за нас, която беше наречена “фантомна енергия” [10]. Определянето на всички компоненти на тъмната енергия представлява астрономична задача, която може да бъде решена единствено с астрономични методи. Заедно с това определянето на *природата* на тъмната енергия (в случай, че тя не може да бъде сведена към известните форми и видове материи) се превръща в комплексна задача, която може да бъде решена съвместно, преди всичко от физици-теоретици и астрономи-наблюдатели [11]. Понастоящем е трудно да се прогнозира, колко скоро ще бъде решена тази задача – за години или за десетилетия. Обаче нейното еднозначно решение безусловно ще бъде скок в развитието на нашите познания за Вселената, и нейното решение може да се разглежда като един от критериите за третата революция в астрономията.

Още един нов обект на астрономията, но, за разлика от “тъмната енергия”, той ни е добре познат: установяването на нови планети и планетни системи при други звезди (екзопланети). Редица специалисти разглеждат това направление като най-перспективно всред онези, които могат в близко бъдеще съществено да разширят нашите представи за света [12]. Сега са известни около 200 планети извън границите на Слънчевата система. Наистина, всички те не приличат на планетите от земната група, а представляват планети-гиганти. Обаче откриването на екзопланети става с много бързи темпове даже за съвременните технологии и може с увереност да се твърди, че планети от земния тип скоро ще бъдат наблюдавани¹. А това ще изведе окончателно поставения още от Джордано Бруно проблем за съществуването на живот, и главното – извънземен разум от плоскостта на умствени спекулации в практическата плоскост, т.е. в плоскостта на изследвания и нейното решение с астрономични методи, преди всичко радиоастрономични. Впрочем, опити за практическо решаване на проблема за търсене (и връзка) с извънземни цивилизации са били предприемани още в рамките на втората астрономична революция. Бяха разработени и осъществени специални програми за търсене (Search of Extraterrestrial Intelligence – SETI) и връзки (Communication of Extraterrestrial Intelligence – CETI) с извънземни цивилизации. За съжаление, те не дадоха никакви положителни резултати и бяха прекратени през 1994 г. (сега тези програми продължават своята работа не за сметка на държавно финансиране, а с поддръжката на частни спонсори). Откриването на планети, подобни на Земята, безусловно ще предизвика интереса на обществото и правителствата към тях, а оптимизацията и систематизацията на такива изследвания ще ги изведе на качествен нов етап на тяхното развитие. Засега обаче, в границите на нашата Слънчева система единственият нов открит обект е външният пояс астероиди – пояс на Куйпер.

Като критерии за революционни изменения в астрономията могат да се посочат

¹ Това вече факт, виж [18], бел. ред.

и обекти, свързани с физиката на елементарните частици. Като основен обект в този смисъл може да се разглежда решението на проблема с “тъмното вещество” – веществените форми на материята, проявяващи се чрез гравитационното взаимодействие, но по никакъв друг начин. Понастоящем основна работна хипотеза относно природата на “тъмното вещество” е предположението, че то представлява съвкупност от хипотетични частици (аксиони, неутрино и т.н.) [13]. Откриването на тези или подобни частици, чието съществуване следва от “Стандартния модел” на физиката на частиците, или установяването на други обекти, свързани с тъмното вещество, съществено ще разшири нашата представа за Вселената.

3. *Новата парадигма в астрономията.* Възникването на новата, четвърта парадигма в астрономията, вероятно ще бъде тясно свързано, както в случая с първата и втора революция, с възникването и развитието на нова парадигма във физиката. Понастоящем такава възможна физическа парадигма се свързва с теорията на струните. За разлика от предишните революции, формирането на тази парадигма е свързано не само с трансформацията на представите за пространството и времето, но и с коренното преразглеждане на представите за фундаменталните основи на материята. Нека напомним, че преди първата революция и във физиката, и в астрономията, още в антична Гърция се е използвало не понятието “пространство” (*χωρος*), а понятието “място” (*τοπος*). Това е било обусловено от отсъствието в аристотеловата физика (най-висшето концептуално постижение на физическата мисъл в античността) на закона за инерцията (първия закон на Нютон) и, като следствие, отсъствието на представата за неограничеността на праволинейното равномерно движение. Сега, съгласно теорията на струните точковидните елементарни частици (кварки, лептони, фотони и пр.) не са крайната граница на структурирането на материята, т.е. не са елементарни в пълния смисъл на думата. Съответно техните физически параметри (маса, електричен товар, лептонен или барионен заряд, спин и пр.) представляват не “свободни параметри”. Самите частици представляват някакви структури (суперструни), намиращи се в състояние на автотрептене. Следователно, физичните параметри на частиците според тази теория се определят от модите на трептения и зависят от амплитудата и честотата на тези трептения. В ранните теории на струните като трептящи обекти се разглеждаха едномерни (затворени или незатворени) струни, в по-късните – многомерни обекти (получили названието “брана” със съответстваща размерност) с 10 или 11 пространствена размерност и времева – 2 или 1. Стремителното развитие на теорията на струните изясни, че самата теория може да бъде представена в пет варианта, обаче през 1995 г. стана ясно, че те могат да бъдат обединени в една. Тази обединена теория получи името М-теория [14].

М-теорията е интересна сама по себе си, така и със своите приложения, преди всичко в астрономията и на първо място, в космологията. Съществува перспектива с нейна помощ да бъдат решени редица фундаментални проблеми, например, проблемът за сингулярността и проблема за инфлацията [15]. Вярно е и обратното – астрономията може да стане онази дисциплина, където теорията на струните за

първ път (даже и косвено) да получи емпирично потвърждение [16]. Разбира се, това не изключва работата в парадигмата на “точковидните частици”. Понастоящем голямата част от работите, свързани с космологията, са правят именно в нея, обаче използването на теорията на струните в космологията може вече да се разглежда като тенденция. Нещо подобно, макар в значително по-малки мащаби, се наблюдава и в астрофизиката. Като пример може да бъде посочена работите на П. М. Фомин, решаващ проблема с “джетовете” (изхвърляне на вещество във вид на струи от активни ядра на галактики и квазари) не с помощта на “концепцията на точкови частици”, а с помощта на теорията на струните [17].

Възможно е по-широко използване на теорията на струните като базисна физическа концепция в астрономията, която напълно се вмести в логиката на смяна на парадигмата в резултат на научна революция. В резултат на първата революция се формира и утвърждава представата за субстанционалния характер на пространството, времето и материята. Резултат на втората революция е утвърждаването на взаимовръзката на пространството и времето (релационната концепция) и системният подход за описване на астрономичните явления. Обаче основа на всяка материална система както и преди си остават “субстанционалните” елементи (частици), чиито свойства са “независими свободни параметри”. Теорията на струните продължава тази тенденция, отказвайки се от субстанционалността на частиците, разглеждайки ги като самовзаимодействащи елементи, осъществяващи това взаимодействие чрез движение (трептения). (Представата за самовзаимодействие произтича от представата за автотрептения на струните, носещи “отговорността” за физическите параметри на частиците. По определение, автотрептения са онези, които стават без външно взаимодействие, следователно, единствена причина за тях може да бъдат самовзаимодействието). По такъв начин, според теорията на струните на въпроса “какво съществува?” можем да отговорим, че съществуват не елементарни частици като “субстанционална даденост” със своите независими свойства, а струна, чието движения “генерира” тези свойства.

4. *Дисциплинарната формализация.* Засега нямаме възможност да обсъждаме формализацията на определена дисциплина като “класическа” за бъдещето на астрономията. Най-вероятно, такава дисциплина ще представлява органично единство на познанията за света в неговите най-големи (мегасвят) и най-малки мащаби – света на елементарните частици и тяхното представяне като брани. Работното название може да бъде космомикрофизика. Обаче работата не е в названието, а в съдържанието. Космомакрофизиката по необходимост трябва да включва и новите методи и новите обекти за да има основание да претендира за нова парадигма. Каква ще бъде тя ще покаже времето.

Още едно постижение с революционна стойност, намиращ се в процеса на своето осъществяване, представлява възникващата на границата на космологията на ранната Вселена (квантовата Вселена) и физиката на свръхвисоките енергии престава за възможно множество вселени, притежаващи при това различни фундаментални свойства – различен брой измерения на пространството и свързаните с тях фундаментални

взаимодействия с различен спектър на масите на елементарните частици. Като смяна на понятието Универсум идва понятието Мултиверсум. От гледна точка на пространствено-времевата структура на света се появява още един термин за описване на такава съвкупност от вселени – “гигасвят”. Той затваря логически понятията – микросвят (описван от квантовата физика) – макросвят (описван от класическата физика) – мегасвят (описван от общата теория на относителността), и гигасвят (описван от възникващата понастоящем квантова теория на гравитацията).

И така, обобщавайки казаното относно възможността за трета революция в астрономията, можем да направим следните изводи:

1. Понастоящем, следвайки Шкловски, може да се говори за завършване на втората революция в астрономията, понеже и новите методи за изследване, и новите обекти на изследване, и новата парадигма вече се очертават с достатъчно ясни контури. Това ще бъде парадигма на построената цялостна картина на Мултиуниверсума, в която всички подсистеми на нашата Вселена (от куповете галактики до планетните системи) ще бъдат свързани с последователна генетична връзка.

2. Анализирайки съвременното състояние на астрономията, може да се констатира, че в нейното развитие се наблюдава определена тенденция, която при благоприятни обстоятелства (в това число и социално-политически и социално-икономически) ще доведе до революционни изменения както в нея самата, така и в свързаните с нея дисциплини. Колко дълго ще продължи тази ситуация на очакване или начало на тази революция е трудно да се каже, понеже много конкретни фактори за развитието на астрономията все още не са определени, а същевременно и те самите много бързо се изменят.

Бележки

[1] – Динамиката на научно-техническия прогрес се определя преди всичко от природонаучните революции. Техническите революции представляват практически реализация на полученото от естествените дисциплини ново знание и ги следват след относително немного време. Въпросът за революциите в хуманитарните науки остава извън рамките на настоящото разглеждане.

[2] – Революцията в астрономията през XVI-XVII в. се смята за класическа научна революция и е разгледана от редица специалисти, историци и философи на науката, преди всичко от Т. Кун в неговата известна работа “Структурата на научните революции”.

[3] – *Шкловский И.С.* Вторая революция в астрономии подходит к концу, Проблемы современной астрономии, Москва, 1988.

[4] – И. С. Шкловски не отделя специално този критерий, даже без да го смята за елемент на „парадигмата” (той въобще не използва този термин), а го използва като елемент „от картината на Вселената”. Обаче отделянето му като самостоятелен прави картината на революционните изменения в астрономията още по-нагледна.

[5] – *Брауде С. Я., Конторович В. М.*, Радиоволны рассказывают о Вселенной. Киев, 1982.

[6] – В краен случай, най-началните и най-крайни етапи от еволюцията на звездите.

[7] – От англ. Relation – връзка, отношение.

[8] – *Шкловски*. Вторая революция ...

[9] – *Пачини Ф., Рихтер В., Вильсон Р.* Оптические телескопы будущего. М., 1981

[10] – вж.напр. *Carroll, S. M.* Why is the Universe Accelerating? arXiv:astro-ph/0310342v1;

[11] – вж.напр. *Simon, D.M.* White Fundamentalist Physics: Why Dark Energy is Bad for Astronomy// arXiv:0704229 v.1;

[12] – *Turon, C., Done C., Quirrenbach, A., et al.* Trends in Space Astronomy and Cosmic Vision 2015-2025// arXiv:astro-ph/0510809 v.1

[13] – вж.напр. *Kraus, L.M.* Dark Matter Candidates // arXiv:hep-ph/070251 v.1.

[14] – Greene Brian, The Elegant Universe, “Vintage“, 1999.

[15] – *Gasparini, M., Veneziano, G.* String Theory and Pre-big bang Cosmology // arXiv:hep-th/070305 v.1

[16] – *Kallosh, R., Linde, A.* Testing String Theory with CMB// arXiv:0704.0647 v.1

[17] – *Фомин П.И.* Квантево-полево́й подход к теории релятивисткой струйной активности квазаров и галактических ядер// Украинский физический журнал, 1991р т.36

[18] Borucki, William J.; Koch, David G; Basri, Gibor; Batalha, Natalie; Brown, Timothy M.; et. al. (1 February 2011). “Characteristics of planetary candidates observed by Kepler, II: Analysis of the first four months of data” (PDF). arXiv. Retrieved 2011-02-16.

Превод **Н. Ахабабян**

от: „Проблемы истории науки и техники”, № 3, 2008